



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 195 42 721 A 1

⑤1 Int. Cl. 8:  
B 29 C 69/00  
B 29 B 7/90  
B 29 C 47/10

DE 195 42 721 A 1

②1 Aktenzeichen: 195 42 721.1  
②2 Anmeldetag: 16. 11. 95  
④3 Offenlegungstag: 22. 5. 97

⑦1 Anmelder:  
SGL Technik GmbH, 88405 Meltingen, DE

⑦2 Erfinder:  
Tetzlaff, Ernst, Prof. Dr.-Ing., 89518 Heidenheim, DE;  
Schmid, Manfred, 86156 Augsburg, DE

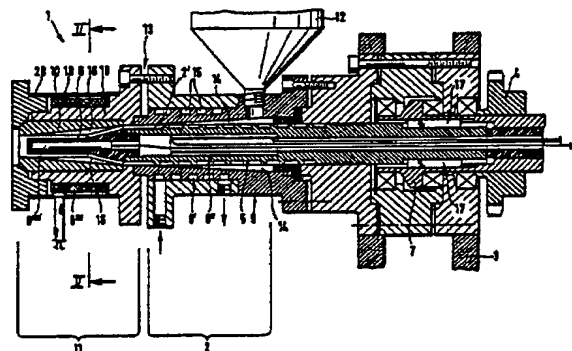
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 02 004 C2  
DE 38 10 087 C1  
DE-PS 9 30 830  
DE-AS 15 54 823  
DE 44 17 589 A1  
DE 42 35 430 A1  
DE 36 19 433 A1  
DE-GM 19 38 241

Zusatzstoffe für Kunststoffe. In: Plastverarbeiter,  
28.Jg., 1977, Nr.2, S.57-60;  
KURRER, H.: Gefüllte Polyolefine direkt extrudieren.  
In: Kunststoffe 83, 1993, 1, S.17-21;

⑤4 Verfahren zur Herstellen von Formkörpern aus Kunststoff-Füllstoff-Mischungen mit einem hohen Gehalt an Füllstoffen

⑤7 Verfahren zum Herstellen von Formkörpern durch Strangpressen von Kunststoff-Füllstoff-Mischungen mit Füllstoffgehalt von mehr als 50 Volumenprozent, bevorzugt von 65 bis 80 Volumenprozent, mittels eines Extruders mit förderwirksamer Einzugzone. Das Verfahren ist auf die Verwendung von gut wärmeleitenden Füllstoffen beschränkt. Zur Durchführung des Verfahrens wird zunächst eine Mischung aus geschmolzenem oder flüssigem Kunstharz und dem Füller hergestellt und diese nach dem Erkalten gemahlen und klassiert. Danach wird die gemahlene Mischung oder es werden von dieser abgetrennte und homogenisierte Fraktionen extrudiert. Nach einer bevorzugten Variante des Verfahrens wird zum Extrudieren ein Extruder mit förderwirksamer Einzugzone verwendet, dessen Extrusionsteil lediglich aus einer Einzugzone und einer Ausstoßzone besteht. Nach einer weiteren Variante des Verfahrens werden Platten hergestellt, indem ein beim Extrudieren aus dem Mundstück austretender Rohrstrang längs aufgeschnitten und der Mantel des so erhaltenen Stranges in die Ebene gebogen und dieser Strang dann auf Plattenlänge zugeschnitten wird.



DE 195 42 721 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Formkörpern durch Strangpressen von mehr als 50 Volumen-% Füllstoffe enthaltenden Kunststoff-Füllstoff-Mischungen und einen Extruder zum Durchführen des Verfahrens.

Durch den Zusatz von Füllstoffen kann das Eigenschaftsprofil von Kunststoffen verändert und in der Regel verbessert werden. Verbesserungen dieser Art betreffen beispielsweise die Verarbeitbarkeit der Kunststoffe oder die Eigenschaften der aus solchen Kunststoff-Füllstoff-Zusammensetzungen hergestellten Produkte wie E-Modul, Schlagzähigkeit Maßhaltigkeit oder Wärmestandsfestigkeit. Solange der Gehalt an Füllstoffen ein bestimmtes Maß nicht überschreitet, treten bei der Verformung der Kunststoff-Füllstoff-Massen zu Zwischen- oder Endprodukten keine Probleme auf. Von einem bestimmten Gehalt an Füllstoffen ab verschlechtern sich die Fließeigenschaften derartiger Massen jedoch zunehmend und deren Verarbeitbarkeit wird immer schwieriger. Besonders problematische Auswirkungen hat dies beim Strangpressen. Bei hohen Füllstoffgehalten werden die zum Hervorrufen eines Scherfließens notwendigen Grenzschubspannungen schnell unverhältnismäßig hoch und für das Extrudieren sind sehr hohe Kräfte notwendig. Extrusionsaufgaben dieser Art sind nur mit einer entsprechend aufwendigen maschinentechnischen Ausstattung, d. h. mit Spezialmaschinen zu bewältigen und in vielen Fällen können derartige Massen überhaupt nicht stranggepreßt werden. Hoch füllstoffhaltige Kunststoffmassen haben außerdem eine geringe Schmelzdehnbarkeit. Beim Austritt aus dem Düsenformwerkzeug kommt es deshalb insbesondere beim Strangpressen von flächenhaften Körpern oder auch von Rohren zu Schäden wie Rissen oder rauen bzw. schuppigen Oberflächen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, wenigstens für eine Gruppe solcher, hohe Anteile an Füllstoffen enthaltender Kunststoffe ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mit Hilfe derer aus solchen Massen eine Herstellung fehlerfreier Formkörper, insbesondere von Rohren oder dünnen Platten, aber auch von anderen Profilen durch Strangpressen möglich ist.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 und durch die Bereitstellung eines Extruders gemäß Anspruch 28 gelöst. In den jeweils nachgeordneten Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben. Die Anspruchstexte werden hiermit in die Beschreibung der Erfindung eingeführt.

Die Erfindung betrifft Kunststoff-Füllstoff-Mischungen, in denen die Füllstoffanteile eine gute Wärmeleitfähigkeit haben. Außerdem ist sie auf Kunststoff-Füllstoff-Mischungen mit Füllstoffanteilen von mehr als 50 Volumen-% Füllstoff, bezogen auf die Kunststoff-Füllstoff-Mischung = 100%, beschränkt. Nach einer bevorzugten Variante werden Massen mit Füllstoffgehalten von mehr als 65 Volumen-% und besonders bevorzugt solche von 75 Volumen-% und mehr verarbeitet. Kunststoff-Füllstoff-Mischungen mit Füllstoffanteilen über 95 Volumen-% sind auch nach dem hier beschriebenen Verfahren nicht mehr verarbeitbar.

Füllstoffe für nach dem erfindungsgemäßen Verfahren verarbeitbare Massen sind insbesondere nicht graphitischer und graphitischer Kohlenstoff wie Kokse, Ruß, künstlicher und Naturgraphit, gemahlener, mit Kohlenstoffasern verstärkter Kohlenstoff (CFRC) oder keramische Materialien wie Siliciumcarbid (SiC), mit Silicium infiltrierte SiC (SiSiC), Bornitrid (BN) und Titanoxide des Typs  $TiO_n$  mit  $n$  kleiner 0,5 oder zerkleinerter, mit Kohlenstofffasern verstärkter Kunststoff oder Metalle, soweit diese mit den Kunststoffen der vorgesehenen Materialpaarung chemisch verträglich sind. Bevorzugt werden körnige und faserige kohlenstoffhaltige Füllstoffe und von diesen besonders synthetisch hergestellte graphitische Produkte verwendet. Füllstoffe aus CFRC und CFRP werden durch Mahlen von Formteilen aus CFRC oder CFRP erhalten. Sie bestehen in der Regel aus einem Gemisch aus Kohlenstoffasern, Matrixsubstanz und intakt gebliebenem verstärktem Werkstoff. Die eingesetzte Füllstoffkomponente kann auch aus Mischungen mehrerer Füllstoffe bestehen.

Die Abmessungen der als Füllstoffe verwendeten Teilchen sollen den Bereich weniger Millimeter nicht übersteigen. Körnige/pulverige Füllstoffteilchen haben bevorzugt ein größtes linear gemessenes Teilchenmaß von nicht mehr als 1 mm. Dies gilt im allgemeinen auch für faserige Füllstoffteilchen. Doch ist es hier in manchen Fällen zweckmäßig, mit Fasern bis zu Längen von ca. 5 mm zu arbeiten. Natürlich können auch größere Füllstoffteilchen in den Kunststoff eingemischt werden, doch hat dies zur Folge, daß diese Teilchen beim Mahlen nach Verfahrensschritt 2 zerkleinert werden. Sie sind dann nicht mehr vollständig von Kunststoff umhüllt. Bei Vorliegen zu großer Anteile an nicht mit Kunststoff bedeckten Bruchflächen an den Füllstoffteilchen können, besonders bei hohen Füllstoffgehalten, beim späteren Strangpressen Schwierigkeiten auftreten.

Für die Verarbeitung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sind alle durch Strangpressen verarbeitbaren thermoplastischen und duroplastischen Kunststoffe sowie Elastomere geeignet, sofern sie eine für die Verarbeitung in erweichtem Zustand ausreichende Temperaturbeständigkeit haben. Bevorzugt eingesetzte Kunststoffe sind thermoplastisch verarbeitbare Fluor-haltige Polymere wie Copolymere aus Tetrafluorethylen mit Perfluorpropylen (FEP), Copolymerisate von Tetrafluorethylen mit Perfluoralkylvinylether (PFA), Copolymerisate aus Ethylen und Tetrafluorethylen (ETFE), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polychlortrifluorethylen etc., Polyolefine wie Polyethylen oder Polypropylen, Cycloolefin-Copolymere wie Norbyliden-Ethylen-Copolymerisate und andere mit Metallocen-Katalysatoren hergestellte Copolymere dieses Typs, Polyamide, thermoplastisch verarbeitbare Polyurethane, Silicone, Novolake, Polyarylsulfide wie Polyphenylensulfid (PPS), Polyaryletherketone, die eine Dauertemperaturbeständigkeit nach DIN 51 005 von mindestens 80°C aufweisen. Besonders bevorzugt werden Kunststoffe auf Polyvinyliden- und Cycloolefinbasis verwendet. Es können auch Mischungen miteinander kombinierbarer Kunststoffe angewandt werden, wenn dies beispielsweise zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit oder zur Optimierung der Produkteigenschaften vorteilhaft ist.

Zur Durchführung des ersten Verfahrensschrittes werden die vorgegebenen Rezeptur entsprechend die Kunststoff- und die Füllstoffkomponente in einen heizbaren Mischer gefüllt und dort solange mindestens bei der Schmelztemperatur der Kunststoffkomponente, vorzugsweise bei Temperaturen, bei denen der Kunststoff eine

für den Mischvorgang ausreichend geringe Viskosität hat, gemischt, bis der Kunststoff geschmolzen ist und die Füllstoffpartikel gleichmäßig über die gesamte Mischung verteilt sind. Falls es zur Durchführung eines der oder mehrerer der Verfahrensschritte oder für die Eigenschaften des Endprodukts notwendig oder förderlich ist, können dem Mischgut vor oder während des Mischprozesses Hilfsmittel wie Stabilisatoren, Benetzungshilfsmittel, Pigmente, Weichmacher oder Gleithilfsmittel zugesetzt werden. Als Mischer eignen sich alle diskontinuierlich oder kontinuierlich arbeitenden Mischer, die in der Lage sind, die infolge des großen Füllstoffgehalts sehr hochviskosen pseudoplastischen Massen zu verarbeiten. Bevorzugt kommen hier temperier-, meistens nur heizbare Schaufel- oder Z-Armknetter mit oder ohne Druckstempel oder für große Mengen z. B. Doppelschneckenknetter des ZSK-Typs oder Ko-Knetter in Frage. Es ist auch möglich, die zum Aufheizen der Masse erforderliche Energie auf mechanischem Wege über die Mischorgane durch Scherkräfte in dem zu mischenden Gut selbst zu erzeugen, doch ist dieses Verfahren wegen der durch die gute Wärmeleitfähigkeit des Fülleranteils bedingten erhöhten Wärmeableitung im allgemeinen nicht günstig. Nach dem Mischen wird die Mischung aus dem Mischer ausgetragen und erkaltet gelassen.

Um die Kunststoff-Füllstoff-Mischung in eine für das Extrudieren geeignete Form zu bringen, wird sie im dritten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens auf Partikelgrößen zerkleinert oder nach der Zerkleinerung auf Partikelgrößen klassiert, die eine Verarbeitung gemäß Verfahrensschritt 4 ermöglichen. Dazu wird die Masse in Fällen, wo es erforderlich ist, zuerst gebrochen und dann gemahlen. Im allgemeinen hat die Masse jedoch eine Konsistenz, die ein sofortiges Aufgeben auf eine Mühle gestattet. Zum Zerkleinern werden bevorzugt für mittelharte bis weiche Aufgabegüter geeignete, mittels Prall- oder Schlagwirkung arbeitende Maschinen wie Schlagstift-, Schlagkreuz- oder Hammermühlen verwendet. Bei diesem Verfahrensschritt soll aus Gründen der Wirtschaftlichkeit danach getrachtet werden, den Anteil an der Feinkornfraktion von unter 0,1 mm gering zu halten, da ein zu hoher Feinkornanteil das Entlüften bei der nachfolgenden Verarbeitung im Extruder behindern kann. Man geht deshalb in bekannter Weise so vor, daß das Mahlaggregat mit einer Klassiereinrichtung gekoppelt und nur der Grobkornanteil, der bevorzugt eine Korngröße von  $> 1$  mm hat, zur weiteren Zerkleinerung wieder in dieses Aggregat zurückgeführt wird. Wo dies günstig ist, kann die Grenze für die Festlegung des Grobkornbereichs auch zu größeren Werten verschoben sein. Nach einer bevorzugten Variante der Erfindung werden Körnungen im Bereich zwischen 0,1 und 0,315 mm für das Strangpressen verwendet. Nach einer anderen bevorzugten Variante wird ein in geeigneter Weise vorgebrochenes Mischgut auf eine Mühle aufgegeben, in dieser durch eine "Pauschalmahlung" ein Gut ermahlen, sodann, falls notwendig, dessen unter 0,1 mm Siebdurchlaß liegender Feinkornanteil durch Klassieren auf einen Gehalt von kleiner gleich 25 Gew.-% gesenkt und dieses Pauschalmahlgut dem vierten Verfahrensschritt zugeführt.

Die durch den dritten Verfahrensschritt erhaltene, zerkleinerte und gegebenenfalls klassierte Kunststoff-Füllstoff-Mischung wird im vierten Verfahrensschritt wieder aufgeschmolzen und zu Profilen stranggepreßt. Zur Durchführung dieses Verfahrensschrittes wird ein Extruder mit förderwirksamer Einzugzone, auch Extruder mit genuteter Einzugzone oder Nutbuchsenextruder oder Nutenextruder genannt, verwendet. Das Kennzeichen dieses Extrudertyps ist das Vorhandensein von im wesentlichen parallel zur Längserstreckung der Schnecke in der Einzugzone des Extruders vorhandenen Längsnuten in der Zylinderwand, die in der Regel zum Ende der Einzugzone, d. h. in Förderrichtung gesehen, konisch auslaufen. Der Querschnitt der Nuten ist üblicherweise rechteckig, kann aber, in Anpassung an besondere technische Gegebenheiten, auch andere Formen haben. Die verfahrenstechnische Besonderheit dieses Extrudertyps ist es, daß sich das in den Einzugs- und Förderraum des Extruders eingebrachte Schüttgut in den Nuten formschlüssig verkeilt, wodurch der Reibungsbeiwert der Masse an der Zylinderwand stark erhöht und damit eine Bewegung der Masse in Umfangsrichtung unmöglich gemacht wird. Die Masse wird deshalb durch die über die Schubflanken der Schnecke wirkenden Kräfte praktisch ausschließlich in axialer Richtung gefördert. Bei der Verfahrensweise nach dem Stand der Technik wird die Masse in der genuteten Einzugzone gekühlt oder nur leicht temperiert, denn es darf sich auf der Zylinderwand kein Schmelzefilm bilden. Träte dies dennoch ein, würde die Massförderung zum Erliegen kommen, weil der Reibungsbeiwert Masse/Buchsenwand gegenüber demjenigen der Paarung Schnecke/Masse zu niedrig werden würde und die Masse infolgedessen im Zylinder der Eingangszone nur mehr rotieren würde. Dagegen wird beim Verfahren nach der Erfindung die Nutenbuchse und, wo dies erforderlich ist, auch die Schnecke durch geeignete Heizeinrichtungen auf eine Temperatur eingestellt, die im Falle von amorphen Kunststoffen oberhalb der Glasübergangstemperatur und im Falle von teilkristallinen Kunststoffen oberhalb der Kristallitschmelzbereichstemperatur der verwendeten Kunststoffe liegt. Dadurch wird das in die Einzugzone des Extruders eingebrachte körnige Kunststoff-Füllstoff-Material durch Wärmeübertragung von den masseberührten Oberflächen des Zylinders der Einzugzone und gegebenenfalls der Schnecke und durch die mit dem Fördervorgang in der Einzugzone einhergehende Reibung an den vorgenannten Oberflächen erwärmt und am Ende dieser Zone verdichtet. Im allgemeinen muß die Schnecke nicht beheizt werden und bei Vorliegen einer besonders starken Reibung zwischen der Masse und der Oberfläche der Schnecke kann es sogar möglich sein, daß über die Temperiereinrichtung der Schnecke auch Wärme abgeführt werden muß. Bei dem in der Einzugzone stattfindenden Förder- und Verdichtungs Vorgang muß dafür Sorge getragen werden, z. B. durch eine geeignete Kornzusammensetzung des in die Einzugzone gegebenen Guts, daß die Masse ausreichend entlüftet wird, d. h., daß das im aufgegebenen Gut befindliche Gas in Richtung einer Entlüftungsöffnung, beispielsweise des Aufgabestutzens, entweichen kann. Infolge der guten Wärmeleitfähigkeit der erfindungsgemäßen Kunststoff-Füllstoff-Massen wird eine gute Durchwärmung des zu verarbeitenden Guts weitgehend erreicht, obwohl eine reine Pfropfenströmung vorliegt und praktisch keine Dissipationsenergie in die Masse eingebracht wird. Wegen dieser guten Verdichtung und Durchwärmung bereits am Ende der Einzugzone kann die auf die Einzugzone folgende Plastifizier- oder Kompressionszone, in der eine weitere Homogenisierung der Masse stattfindet, vergleichsweise kurz sein. Es ist gemäß der Erfindung auch nicht erforderlich, in dieser Zone außer einer normalen Gestaltung der Schnecke besondere Scher- oder Knetelemente vorzusehen. Am Übergang von der Einzugzone zur Plastifizier-/Homoge-

nisierungzone muß jedoch eine Wärmetrennung vorhanden sein. Unter Wärmetrennung wird eine wärmetechnische Isolierung der Heizung(en) und, soweit technisch möglich, aller wärmeübertragenden Elemente zwischen den in Betracht kommenden Verfahrenszonen verstanden. Es ist so möglich, die Temperatur der im Extruder befindlichen Masse an die Erfordernisse in den einzelnen Verfahrenszonen individuell anzupassen. In dieser zweiten Verfahrenszone muß die Temperaturführung so eingeregelt werden, daß die Masse weiter thermisch homogenisiert wird.

Auf die Plastifizier-/Homogenisierungzone folgt die an ihrem Ende das Düsenformwerkzeug oder Mundstück tragende Ausstoßzone, die gemäß dem Stand der Technik ausgeführt ist. Sie muß mit einer regelbaren Heizung ausgestattet sein, um für den Strangpreßvorgang optimale Temperaturbedingungen einstellen zu können. Auch zwischen der Plastifizier-/Homogenisierungzone und der Ausstoßzone ist eine Wärmetrennung vorhanden. In der Ausstoßzone wird die in den Vorstufen plastifizierte und thermisch homogenisierte Masse mittels des am mundstückseitigen Ende der Einzugzone aufgebauten Druckes auf das Mundstück zubewegt und durch dieses zu einem Profilstrang geformt. Für Vollprofile werden Mundstücke üblicher Ausführungsform verwendet. Für das Strangpressen von Rohren werden Mundstücke mit einem steglosen, beheizbaren Dorn eingesetzt. Der Dorn ist hier als Verlängerung der Schnecke des Extruders ausgebildet und rotiert mit dieser. Er ist mit einer der aus dem Stand der Technik bekannten, regelbaren Heizungen ausgestattet, mit der eine Dorntemperatur eingestellt werden kann, die einen möglichst geringen Reibungsbeiwert zwischen der zu extrudierenden Masse und der Dornoberfläche gewährleistet. Falls es notwendig ist, ist die Innenwand des Rohrmundstücks, ähnlich der Innenwand des Zylinders der Einzugzone, mit in Richtung der Mundstücksöffnung auslaufenden Längsnuten versehen, um ein Rotieren der Masse im Mundstück zu verhindern. Über Stege im Mundstück gehaltene Dorne sind für die vorgenannten Kunststoff-Füllstoff-Massen nicht verwendbar, da die das Mundstück durchfließende Masse an den Stegen zerteilt wird und sich infolge ihrer geringen Schmelzverarbeitbarkeit nach den Stegen nicht wieder oder nicht wieder fehlerfrei miteinander verbinden würde.

Bei Kunststoff-Füllstoff-Massen mit besonders hohen Anteilen an Füllstoffen oder solchen mit verhältnismäßig großen Füllstoffpartikeln verbleiben nach dem im dritten Verfahrensschritt durchgeführten Zerkleinern nicht mit Kunststoff überzogene "freie" Bruchflächen. Diese Bruchflächen können Ursache für mangelndes Fließverhalten der Masse im Extruder und für eine schlechte Fähigkeit der Kunststoff-Füllstoff-Masse, sich miteinander zu verbinden oder zusammenzuhalten sein. Schwierigkeiten dieser Art kann, wo dies von den Eigenschaften des späteren Fertigprodukts her möglich ist, begegnet werden, indem dem zerkleinerten oder dem zerkleinerten und klassierten Gut arteigener Kunststoff, vorzugsweise in feinteiliger Form, in einer Menge zugegeben wird, die dem Bedarfsbedarf der durch das Zerkleinern entstandenen freien Oberflächen an den Füllstoffpartikeln in etwa entspricht. Die hierzu notwendigen zuzusetzenden Mengen an Kunststoff betragen bis zu 8 Gewichtsprozent, bezogen auf die zur Extrusion vorgesehene Kunststoff-Füllstoff-Masse. Welche Menge genau angewandt werden muß, muß der Fachmann anhand einfach durchzuführender Extrusionsversuche von Fall zu Fall feststellen.

Die geringe Schmelzverarbeitbarkeit bzw. Schmelzdehnbarkeit der nach diesem Verfahren verarbeitbaren Massen läßt auch das Strangpressen von breiteren Bändern oder Platten mit einem kleinen Verhältnisfaktor von Höhe zu Breite, d. h. von flachen Bändern oder Platten, z. B. durch eine Breitschlitzdüse, nicht zu, da beim Extrudieren Fehler, speziell von der Mitte der Platten ausgehende Risse entstehen. Eine Herstellung von Bändern oder Platten dieser Art ist nach einer Variante der Erfindung trotzdem möglich, wenn die Masse durch ein für das Strangpressen eines Hohlprofils mit gebogener Außen- und Innenkontur bestimmtes Mundstück extrudiert wird und die Wand des aus dem Mundstück austretenden Hohlstrangs, solange dieser noch verformbar ist, auf mindestens einer Seite entlang ihrer gesamten Länge durchtrennt und der aufgeschnittene Hohlstrang in die Ebene zu einem Band gebogen und dieses gegebenenfalls danach zu Platten gewünschter Länge zerschnitten wird. Selbstverständlich können Platten nach diesem Verfahren auch hergestellt werden, indem die Wände von entsprechenden Hohlprofilen zu einem späteren Zeitpunkt entlang ihrer Länge durchtrennt und die so erhaltenen Körper zu Platten geformt werden. Allerdings müssen dann die Hohlprofile oder die aufgeschnittenen Hohlprofile erst wieder auf Verformungstemperatur erhitzt werden. Ein ähnliches Verfahren zur Herstellung von Bändern oder Platten in Kopplung mit dem Extrudieren von Hohlprofilen ist durch die JP-OS (Hei) 06/060 886 vorbeschrieben. Im Unterschied zum Verfahren gemäß der hier beschriebenen Erfindung ist in der genannten Schrift für die Herstellung extrusionsfähiger Massen stets der Zusatz von Lösungs-, Dispersions- oder speziellen Bindemitteln erforderlich, die nach dem Formgeben erst durch Trocknen/Abdampfen entfernt werden müssen.

Platten oder Bänder, die nach der vorliegenden Erfindung hergestellt worden sind, können entweder auf einer oder auf beiden ihrer Flachseiten mit einem Profil versehen werden. Zweckmäßigerweise geschieht dies direkt im Anschluß an das Auspressen aus dem Extruder, solange der Strang noch eine ausreichende Plastizität aufweist, also im heißen Zustand. Nach einer Möglichkeit dazu wird das Profil mit einer einseitig oder mit zwei von entgegengesetzten Seiten auf das extrudierte Band oder auf die Platten wirkende(n), vorzugsweise beheizte(n) Prägewalze(n) eingepreßt, je nachdem, ob die Prägung nur einseitig oder in beide Seiten der Oberfläche eingebracht werden soll. Nach einem anderen Verfahren werden beheizte Prägestempel verwendet, die ein- oder beidseitig wirken können oder die das Profil in einer Matrize, deren Boden gegebenenfalls ein Gegenprofil trägt, einprägen. Zum Einbringen eines Profils gibt es noch weitere Verfahren, die der Fachmann kennt und benutzt. Beispielsweise können die Profile auch nach dem vollständigen Erstarren der Bahnen oder Platten durch spanende Bearbeitung auf programmgesteuerten Bearbeitungsmaschinen eingearbeitet werden. Nach einer weiteren Variante der Erfindung kann eine oder es können beide Oberflächen des Bandes oder der Platten mit einer Beschichtung versehen werden, die den Oberflächen spezielle, beispielsweise elektrische, chemische, mechanische, optische oder farbliche Eigenschaften verleiht. Besonders bevorzugt ist hier die Aufbringung einer katalytisch, insbesondere einer elektrochemisch wirkenden katalytischen Schicht, die beispielsweise Metalle

oder Metallverbindungen von Elementen der VIII. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente oder elektrisch halbleitende Substanzen enthält oder aus ihnen besteht. Nach einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung wird das Beschichten zusammen mit dem Prägevorgang vorgenommen, beispielsweise mit der Prägestufe nach- oder vorgeschalteten Auftragsorganen wie Walzen, Bürsten, bzw. Sprüheinrichtungen, oder es geschieht mittels der Prägewerkzeuge selbst.

Bei dem im vorstehenden beschriebenen Verfahren wird ein Extruder verwendet, der in der Kunststoffverarbeitungstechnik im Prinzip bekannt ist. Die Erfindung besteht in der Kombination der Merkmale der Verfahrensführung mit der darauf speziell angepaßten technischen Ausgestaltung des Extruders.

Nach einer besonders bevorzugten Variante der Erfindung wird das Verfahren unter Verwendung eines modifizierten Nutbuchsenextruders durchgeführt, der zwischen den Produktaufgabeorganen und dem äußeren Mundstücksende lediglich aus zwei Zonen, nämlich der Einzugzone und der das Düsenformwerkzeug tragenden Ausstoßzone besteht. Als Produktaufgabeorgane können die dem Fachmann bekannten Vorrichtungen wie Einfülltrichter, Bandwaagen etc. verwendet werden. Wie bei bekannten Maschinen mit förderwirksamer Einzugzone ist auch hier der Zylinder in der Einzugzone auf der produktführenden Seite mit Längsnuten ausgerüstet, die in der vorbeschriebenen Weise im Zusammenwirken mit der Schnecke eine Zwangsförderung der über die Aufgabevorrichtung in die Einzugzone geförderten Masse bewirken. Die Schnecke endet am Ende der Einzugzone. Lediglich die Schneckenwelle ragt mehr oder weniger in die Ausstoßzone hinein. Sie ist im Falle der Extrusion von Rohren unter Verjüngung ihres Außendurchmessers zu einem Dorn höchstens bis zum Ende des Mundstücks geführt. Die Schneckenwelle und insbesondere deren in der Ausstoßzone befindlicher Teil sind mit einer Temperier-, vorzugsweise einer Heizeinrichtung versehen. Ohne Zwischenschaltung einer gesonderten Plastifizier-, Homogenisier- oder Kompressionszone folgt auf die Einzugzone die Ausstoßzone. Es ist jedoch wichtig für die Verfahrensführung, daß zwischen der Einzugzone und der Ausstoßzone eine Wärmetrennung vorhanden ist. Dadurch kann der Temperaturverlauf in den beiden Zonen unabhängig voneinander geregelt werden. Wenn z. B. die Massetemperatur am verfahrensseitigen Ende der Nutbuchsenzone z. B. durch die dort stattfindende Reibung zu hoch werden würde, müßte in dieser Zone soviel Wärme abgeführt werden, daß die Masse nicht geschädigt wird. Gleichwohl muß in der darauffolgenden Ausstoßzone die Temperatur der Masse so hoch gehalten werden, daß diese hinreichend fließfähig ist, so daß ein ordnungsgemäßes Auspressen gewährleistet ist. Es muß also dort geheizt werden. Bei der Durchführung des Verfahrens wird die Kunststoff-Füllstoff-Masse in der Einzugzone erfaßt und während ihres Transports in Richtung auf die Ausstoßzone zu unter fortschreitender Entlüftung zunehmend komprimiert. Am verfahrensseitigen Ende der Einzugzone ist die Masse dann praktisch vollständig entlüftet und der in ihr herrschende Druck erreicht sein Maximum. Unter diesem Druck wird die Masse in die Ausstoßzone befördert und dort unter "Druckverbrauch" durch das Mundstück extrudiert. Wegen der großen Verdichtung der Masse bereits am Ende der Einzugzone muß dafür Sorge getragen werden, daß die Abführung der im körnigen Aufgabegut befindlichen Gase, im allgemeinen Luft, in der Einzugzone sichergestellt ist. Dies geschieht neben den dem Fachmann bekannten apparativen Maßnahmen durch die im Vorstehenden beschriebene, geeignete Wahl der Kornzusammensetzung des Aufgabegutes. Besonderes Augenmerk ist hier der Einhaltung eines nicht zu hohen Feinanteils zuzuwenden. Im Unterschied zu den Extrusionsverfahren nach dem Stand der Technik wird gemäß einer bevorzugten Verfahrensvariante der Erfindung die zum Extrudieren bestimmte Mischung bereits in der Einzugzone auf Temperaturen oberhalb des Schmelzbereichs der als Matrixmaterial verwendeten Kunststoffe erhitzt. Unter dem Begriff Schmelzbereich ist bei Kunststoffen mit kristallinen Anteilen der Bereich der Kristallitschmelztemperaturen und bei amorphen Thermoplasten die Glasatemperatur zu verstehen. Die Masse darf jedoch nicht so hoch erhitzt werden, daß sich im Einzugsbereich auf der Zylinderwand ein niedrig viskoser Film aus Kunststoffschmelze bildet, auf dem die übrige Kunststoff-Füller-Masse gleiten kann. In einem solchen Fall käme jede Massförderung im Extruder zum Erliegen. Die Erwärmung und Durchwärmung der Masse im Extruder geschieht sowohl in der Einzug- wie in der Ausstoßzone durch Wärmeübertragung von den Oberflächen des beheizten Zylinders und gegebenenfalls der Schnecke, bzw. denjenigen der in der Ausstoßzone befindlichen Hülse und des Dorns, durch die Reibung der Masse an den Oberflächen der vorgenannten Komponenten der Anlage und durch die gute Wärme bzw. Temperaturleitfähigkeit der Masse. Eine Erwärmung durch Dissipation findet praktisch nicht statt. Dort, wo Überhitzungen der Masse auftreten können, wie beispielsweise am Ende der Einzugzone vor der Wärmetrennung zur Ausstoßzone, muß eine Möglichkeit zum Abführen von Wärme aus der Masse vorgesehen werden.

Die nach einer der im vorstehenden beschriebenen Verfahrensvarianten hergestellten Extrudate haben neben den durch ihre Zusammensetzung aus bestimmten Kunststoffen und Füllstoffen resultierenden Eigenschaften gute Wärmeleitfähigkeits- und elektrische Leitfähigkeitseigenschaften. Sie werden deshalb bevorzugt als Komponenten für Wärmetauscher, für thermisch geringer belastete Elektroden, beispielsweise in elektrochemischen Nachweis- oder Abscheidungsverfahren wie Elektrolysen, in Batterien oder in Brennstoffzellen oder für elektrische Zwecke wie Heizelemente oder Komponenten zum Abschirmen elektrischer Felder oder zum Ableiten elektrischer Ladungen verwendet. Bevorzugt werden erfindungsgemäß hergestellte Platten für Wärmeaustauscher und mit katalytisch wirksamen Beschichtungen ausgerüstete Platten für Brennstoffzellen verwendet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen weiter erläutert:

#### Beispiel 1

Zur Herstellung der Kunststoff-Füllstoff-Mischung wurden als Mischungsbestandteile

768 g gemahlener Elektrographit, Kornfraktion 0,04 bis 0,20 mm,

432 g gemahlener Elektrographit, Kornfraktion kleiner 0,01 mm und

300 g PVDF-Granulat, Typ Solef 1010 der Solvay-Kunststoffe GmbH, entsprechend 76,6 Vol.-% (80 Gew.-%)

Füllstoffanteil und 23,4 Vol.-% (20 Gew.-%) Kunststoffanteil

in einem Druckstempelmischer, Typ LDUK 1, Hersteller Werner & Pfleiderer, während 10 Minuten bei einer Temperatur von 230°C unter Druckstempelaufast geknetet.

Nach dem Austragen aus dem Mischer und Erkalten wurde die Masse in einer Feinprallmühle, Typ UPZ 24, Hersteller Hosokawa Alpine AG, gemahlen, und es wurden aus dem Mahlgut die Fraktionen kleiner 0,1 mm und 0,1 bis 0,315 mm ausgesiebt. Danach wurde ein homogenisiertes Gemenge aus 15 Gew.-% der Kornfraktion kleiner 0,1 mm und 85 Gew.-% der Kornfraktion 0,1 bis 0,315 mm mittels eines bezüglich der produktberührten Teile lediglich aus Einfüllvorrichtung, Einzugzone und Ausstoßzone (einschließlich Mundstück) bestehenden erfindungsgemäßen Extruders durch ein Rohrmundstück mit einem Hülseninnendurchmesser von 27 und einem Dornaußendurchmesser von 25 mm ausgepreßt. Der Dorn war nicht durch Stege gehalten, sondern fest mit der Förderschnecke der Einzugzone verbunden. Der Extruder war mit einer eingängigen Schnecke von einem Durchmesser von 30 mm, einer Steigung von 15 mm ( $\approx 0,5$  d) und einer Gangtiefe von 2,5 mm ausgerüstet. Der Innenmantel des Zylinders der Einzugzone hatte, von der Mitte des Einfülltrichters aus gesehen, sechs 90 mm lange ( $\approx 3$  d) in Richtung der Ausstoßzone mit einer Steigung von 2° 11 Minuten konisch auslaufende Rechteckknuten. Die Einzugzone war auf 210°C, die Ausstoßzone auf 240°C temperiert. Der Rohrstrang wurde während des Austretens aus dem Mundstück durch eine am Mundstücksende befestigte Schneide auf einer Seite kontinuierlich aufgeschnitten und in die Ebene zu einem Band gebogen. Danach wurde das Band zu Platten von einer Länge von 100 mm geschnitten, und die so erhaltenen Platten wurden in einer Walzenprägeeinrichtung bei einer Temperatur von 230°C auf einer ihrer Seiten mit Längs- und Querrillen versehen. Die Platten hatten die in Tabelle 1 unter Beispiel 1 verzeichneten Eigenschaften. Nach der Endbearbeitung wurden sie als bipolare Elektroden in einer Brennstoffzelle verwendet.

#### Beispiel 2

Zur Herstellung der Kunststoff-Füllstoff-Mischung wurden folgende Komponenten in einem Zwangsknetter mit Sigmascchaukeln zunächst 15 Minuten lang bei 220°C ohne Stempelaufast und dann weitere 5 Minuten lang bei der gleichen Temperatur mit Stempelaufast geknetet:

835 g Elektrographit, Kornfraktion 0,04 bis 0,2 mm,  
470 g Graphitpulver KS 75, Hersteller Lonza AG und  
195 g COC-Kunststoff (Cycloolefinpolymer), Typ COC 5013, Hersteller Hoechst AG, entsprechend einem Kunststoffanteil in der Gesamtmischung von 24,3 Vol.-% (13 Gew.-%).

Nach dem Austragen aus dem Mischer und dem Erkaltenlassen wurde die in Pelletform vorliegende Masse bei Raumtemperatur auf einer Stiftmühle gemahlen und das gemahlene Gut klassiert. Danach wurde ein homogenisiertes Gemenge aus 24,75 Gewichtsteilen der Kornfraktion kleiner 0,1 mm, 74,25 Gewichtsteilen der Kornfraktion 0,1 bis 0,315 und 1 Gewichtsteil Preßhilfsmittel auf Kunststoffbasis, PED 153, Hersteller Hoechst AG, in einem prinzipiell wie im Beispiel 1 beschriebenen Extruder durch ein Rohrmundstück derselben Abmessungen wie in Beispiel 1, extrudiert. Im Unterschied zu Beispiel 1 wurde jedoch eine zweigängige Schnecke mit einer Schneckensteigung von 30 mm verwendet. Die Massetemperatur in der Ausstoßzone betrug 260°C. Wie in Beispiel 1 vorbeschrieben, wurde der Mantel des Rohrstrangs beim Austreten aus dem Mundstück auf einer Seite kontinuierlich in Längsrichtung aufgeschnitten und das vormalige Rohr auf einer auf 240°C temperierten Auflage zu einem Flachstrang in die Ebene gebogen. Die anschließend durch Abschneiden aus dem Strang erhaltenen Platten mit einer Länge von 80 mm wurden in einer Gesenkpresse mit heizbarem Gesenk bei einer Temperatur von 250°C unter einem Druck von 150 bar mit einem Prägewerkzeug mit einem Nutenprofil versehen. Die physikalischen Kenndaten der so erhaltenen Platten sind aus Tabelle 1 unter Beispiel 2 ersichtlich. Platten dieses Typs wurden als Elektroden für Elektrolysezwecke verwendet.

#### Beispiel 3

In diesem Fall wurden zur Herstellung der extrudierbaren Mischung 82 Gewichtsprozent Elektrographit, Korngröße kleiner 0,5 mm mit 18 Gewichtsprozent ( $\approx 28$  Vol.-%) Novolak-Pulver, Typ 222 SP, Hersteller Bakelite AG, Fließgrenze bei 125°C 55 bis 70 mm (DIN 16916-02-A), das 8 Gew.-% Hexamethylentetramin als Härter enthielt, in einem Z-Arm-Knetter bei Raumtemperatur gemischt. Nach dem Austragen aus dem Mischer wurde das Gemisch in einer Extruderanordnung, wie sie in Beispiel 1 beschrieben worden ist, bei einer Mundstückstemperatur von 80°C durch ein Rohrmundstück für die Herstellung von Rohren mit den Abmessungen 25 mm Außendurchmesser und 22 mm Innendurchmesser extrudiert. Der aus dem Mundstück austretende rohrförmige Strang wurde mittels einer direkt am Mundstück angebrachten aber nicht mit dem mittigen Dorn des Mundstücks verbundenen, den äußeren Rohrdurchmesser übersteigenden Schneide längs in zwei gleiche Hälften getrennt, und diese Hälften wurden in die Ebene zu Streifen gebogen und dann zu Platten von 100 mm Länge geschnitten. Der Raum vor dem Mundstück, in dem die vorgenannte Herstellung der Platten vorgenommen wurde, war mittels eines geheizten Tisches auf ca. 75°C temperiert. Die so hergestellten Platten wurden in einer Gesenkpresse bei einer Temperatur von 120°C und einer Preßkraft von 100 bar zu Rippenelektroden umgeformt und danach bei 180°C endgehärtet. Die physikalischen Kennwerte so hergestellter Platten sind in Tabelle 1 unter Beispiel 3 aufgeführt.

#### Beispiel 4

Zur Herstellung der Kunststoff-Füllstoff-Mischung wurden 1408 g käufliches Titanpulver, Titangehalt 99,9%, Korngröße bis 0,150 mm (bis 100 mesh) mit

80 g  $\pm$  5,4 Gew.-% oder 22 Vol.-% Polypropylengranulat, Typ Eltex PTL 220, Hersteller Solvay Kunststoffe GmbH

in einem mit Druckstempel ausgerüsteten Z-Arm-Knetter unter Druckstempelaufplast in einer Stickstoffatmosphäre geknetet. Nach dem Austragen aus dem Mischer und nach dem Erkaltenlassen wurde die Mischung in einer langsam laufenden Kreismühle, ebenfalls unter Stickstoff als Schutzgas gegen Entzündungs- und Explosionsgefahr, gemahlen, und es wurde die Fraktion kleiner 0,4 mm für das nachfolgende Extrudieren abgetrennt. Dieses Extrudieren wurde mittels einer Extrudieranordnung gemäß Beispiel 2 mit einem auf eine Temperatur von 220°C geheizten Rohrmundstück für Rohre der Abmessungen, Durchmesser außen 25 mm, Durchmesser innen 22 mm, dessen Dorn auf ebenfalls einer Temperatur von 220°C gehalten wurde, durchgeführt. So hergestellte Rohre wurden nach einer mechanischen Endbearbeitung als Meßelektroden für Potentialmessungen eingesetzt. Die physikalischen Kenndaten solcher Rohre sind in Tabelle 1 unter Beispiel 4 aufgeführt.

#### Beispiel 5

Zur Herstellung der Kunststoff-Füllstoffmischung wurden 1430 g Kupferfasern, Durchmesser 10  $\mu$ m, Länge 2 mm mit 70 g  $\pm$  4,5 Gew.-% oder 20 Vol.-%, PVDF-Pulver, Typ Solef 1010.6001.1, Hersteller Solvay-Kunststoffe GmbH, bei Raumtemperatur mit einem Rührbesen, wie er auch in Haushaltsmixern verwendet wird, gemischt. Das so erhaltene Gemenge wurde sodann mittels einer Extrusionsvorrichtung gemäß Beispiel 1 bei einer Mundstücktemperatur von 240°C zu einem Vollstrang, Höhe 1,5 mm, Breite 10 mm extrudiert. Nach dem Zerschneiden des Stranges auf die jeweils gewünschten Längen wurden die so erhaltenen Streifen als Potentialausgleichsleitungen verwendet. Die physikalischen Kennwerte dieses Produkts sind Tabelle 1 unter Beispiel 5 zu entnehmen.

Im folgenden wird die Erfindung, insbesondere die Vorrichtung zum Extrudieren, anhand von Figuren in schematischer Darstellung beispielhaft weiter erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1, einen Längsschnitt entlang der Mittelachse eines erfindungsgemäßen Extruders mit förderwirksamer Einzugszone.

Fig. 2, einen Querschnitt durch den Einlauf eines mit Nuten versehenen Rohrmundstücks mit rotierendem Dorn entlang der Linie II-II von Fig. 1.

In Fig. 1 ist ein Extruder (1) mit förderwirksamer Einzugszone (2) (Nutbuchsenextruder), der im wesentlichen aus einem nur andeutungsweise wiedergegebenen Maschinengestell (3), einer ebenfalls nur andeutungsweise wiedergegebenen, hier mit einem Zahnkranz ausgerüsteten Antriebseinheit (4) für die über Paßfedern (17) mit der Schnecke (5) gekoppelten Welle (7), einer Ausstoßzone (11) und aus Temperiereinrichtungen (8),

1. für die Nutbuchse (9) in der Einzugszone (2) (8'),
2. für die Schnecke (5) in der Einzugszone (2) (8''),
3. für das Mundstück (10) (8'''),
4. für einen im Mundstück (10) befindlichen Dorn (6) (8''') besteht, dargestellt. Die für den Betrieb des Extruders ebenfalls notwendigen Meß- und Regeleinrichtungen, sowie weitere Peripherievorrichtungen wie beispielsweise eine Abnahmevorrichtung für das Extrudat, sind Stand der Technik und deshalb nicht wiedergegeben.

Das Kennzeichen des Extruders (1) ist, daß seine produktberührten Teile, mit Ausnahme der Einfüllvorrichtung (12) für das zu extrudierende Produkt, die hier als Einfülltrichter (12) dargestellt ist, lediglich aus der Einzugszone (2) und der Ausstoßzone (11) bestehen. Eine Homogenisier- oder Kompressionszone fehlt. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist das Vorhandensein einer Wärmetrennung (13) zwischen Einzugszone (2) und Ausstoßzone (11). Die Innenwand des Zylinders (9) der Einzugszone (2) ist mit sechs zum mundstückseitigen Ende (2') der Einzugszone konisch auslaufenden Nuten (14) von rechteckigem Querschnitt ausgerüstet, von denen in der vorliegenden Darstellung nur zwei zu sehen sind. Desweiteren enthält der Zylinder (9) Kanäle (15) für das Durchleiten eines Wärmeträgermediums zum Temperieren, im wesentlichen zum Heizen der Nutbuchse (9) (Temperiereinrichtung 8'). Diese Temperiereinrichtung (8') kann auch aus mehr als einer Zone bestehen, um die zu extrudierende Masse gezielter temperieren zu können. Gegebenenfalls wird die Masse in Nähe des mundstückseitigen Endes (2') der Einzugszone (2) zum Vermeiden schädlicher Überhitzungen sogar gekühlt. Die in der Einzugszone (2) befindliche eingängige Schnecke (5) ist innen hohl. Sie (5) kann mit einer mittels einer mit einem Wärmeträgermedium arbeitenden, zum Kühlen oder Heizen geeigneten Temperiereinrichtung (8'') ausgerüstet sein. Die Temperiereinrichtung (8'') der Ausstoßzone (11) besteht aus einer Heizbandage. Der für den Fall des Extrudierens von Hohlsträngen vorhandene und mit der Schnecke (5) drehfest verbundene und zentrisch im Mundstück 10 positionierte Dorn (6) enthält als Temperiereinrichtung (8''') eine elektrisch betriebene Heizpatrone. Falls statt Rohren Vollprofile extrudiert werden sollen, wird der Dorn (6) vom Schneckenende demontiert und ein entsprechend angepaßter Schneckenauslauf installiert. Zum Extrudieren wird die körnige bis pulverförmige Kunststoff-Füllstoff-Mischung der Einzugszone (2) über den Einfülltrichter (12) zugeführt. Nach dem Einfüllen in den Extruder breitet sich die Masse in dem von der Schnecke (5) und der Nutbuchse (9) belassenen Raum am Anfang der Einzugszone (2) aus. Von der Drehung der Schnecke (5) erfaßt, wird sie in die Nuten (14) der Nutbuchse (9) gedrückt, wo sie sich verkeilt und in der Folge dieser Vorgänge pfropfenförmig in Richtung auf das Mundstück (10) zu gefördert und dabei bis zum Ende der Einzugszone (2) zunehmend komprimiert wird. Parallel zu diesen Vorgängen wird die Masse durch die Temperiereinrichtungen (8' und 8'') wie bereits beschrieben, auf die für die weitere Verarbeitung geeigneten Temperaturen eingestellt. Unter dem von der Schnecke (5) aufgebauten Druck wird die Masse sodann in die Ausstoßzone (11) gedrückt und durch das Mundstück (10)

extrudiert. Mittels der Temperiereinrichtungen (8''' und 8''') wird die Masse in dieser Zone (11) auf die für das Extrudieren gewünschte Temperatur eingestellt. Dies ist weitgehend unabhängig von der Temperatur der Einzugzone (2) möglich, weil zwischen der letztgenannten und der Ausstoßzone (11) eine Wärmetrennung (13) besteht. Nach einer bevorzugten Ausführungsform rotiert der Dorn (6) beim Extrudieren von rohrförmigen Strängen mit der Drehzahl der Schnecke (5). Für den Fall, daß sich der Strang durch die mit der Rotation verbundenen Reibung zwischen Dorn (6) und Masse in unzulässigem Maße verdreht, kann der Innenmantel des Mundstücks (10) von der Einlaufseite der Masse ab über mindestens einen Teil seiner Länge mit in Extrusionsrichtung konisch auslaufenden Längsnuten (16), die bevorzugt einen bogenförmigen Querschnitt und gebrochene Kanten haben, ausgestattet sein. Eine solche Ausführungsform zeigt der Querschnitt durch ein Rohrmundstück in Fig. 2. In dieser Figur sind außerdem die Temperiereinrichtung (8''') für den Dorn (6), eine Mundstückshalterung (18), die Temperiereinrichtung (8'''), ein Luftspalt (19) sowie eine Blechverkleidung (20) zu erkennen.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Tabelle 1

Beispiel 1 = 76,6 Vol.-% Graphit / 23,4 Vol.-% PVDF  
 Beispiel 2 = 74,4 Vol.-% Graphit / 23,7 Vol.-% COC-Kunststoff / 1,9 Vol.-% Preßhilfe PED  
 Beispiel 3 = 72 Vol.-% Graphit / 28 Vol.-% Novolak  
 Beispiel 4 = 78 Vol.-% Titan / 22 Vol.-% Polypropylen  
 Beispiel 5 = 80 Vol.-% Kupferfasern / 20 Vol.-% PVDF

Eigenschaften	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Beispiel 5
Rohdichte (DIN 51918)	1,98	1,82	1,90	3,53	6,90
spezifisch.elekt. Widerstand (DIN 51911)	500 in Preß- richtung senkrecht z.Preß.	300	90	10	8 70
Dynam. E-Modul (DIN 51915)	12 in Preß- richtung	9	20	28	7
Biegefestigkeit (DIN 53455, Prüfk.Nr.5)	52 in Preß- richtung	40	45	40	31
linearer Ausdehnungs- koeffizient (20 °C) (DIN 51902)	20 in Preß- richtung senkrecht z. Preß.	17	13	15	35 48
Wärmeleitfähigkeit (DIN 51908)	10 in Preß- richtung	30	40	60	60
Permeabilitäts- koeffizient (DIN EN 51935)	6·10 <sup>-6</sup> senkrecht z.Preß.	3·10 <sup>-6</sup>	4·10 <sup>-7</sup>	8·10 <sup>-5</sup>	6·10 <sup>-5</sup>

## Bezugszeichenliste

- 1 Extruder
- 2 förderwirksame Einzugzone des Extruders
- 5 2' mundstückseitiges Ende der Einzugzone
- 3 Maschinengestell
- 4 Antriebseinheit
- 5 Schnecke
- 6 Dorn
- 10 7 mit (5) und (4) gekoppelte Welle
- 8', 8'', 8''', 8'''' Temperiereinrichtungen
- 9 Nutenbuchse
- 10 Mundstück
- 11 Ausstoßzone
- 15 12 Einfüllvorrichtung/Einfülltrichter
- 13 Wärmetrennung
- 14 Nuten in Nutenbüchse/Einzugzone
- 15 Kanäle in (9) für Flüssigkeit zum Temperieren
- 16 Längsnuten in Mundstücksbuchse
- 20 17 Paßfedern
- 18 Mundstückshalterung
- 19 Luftspalt
- 20 Blechverkleidung

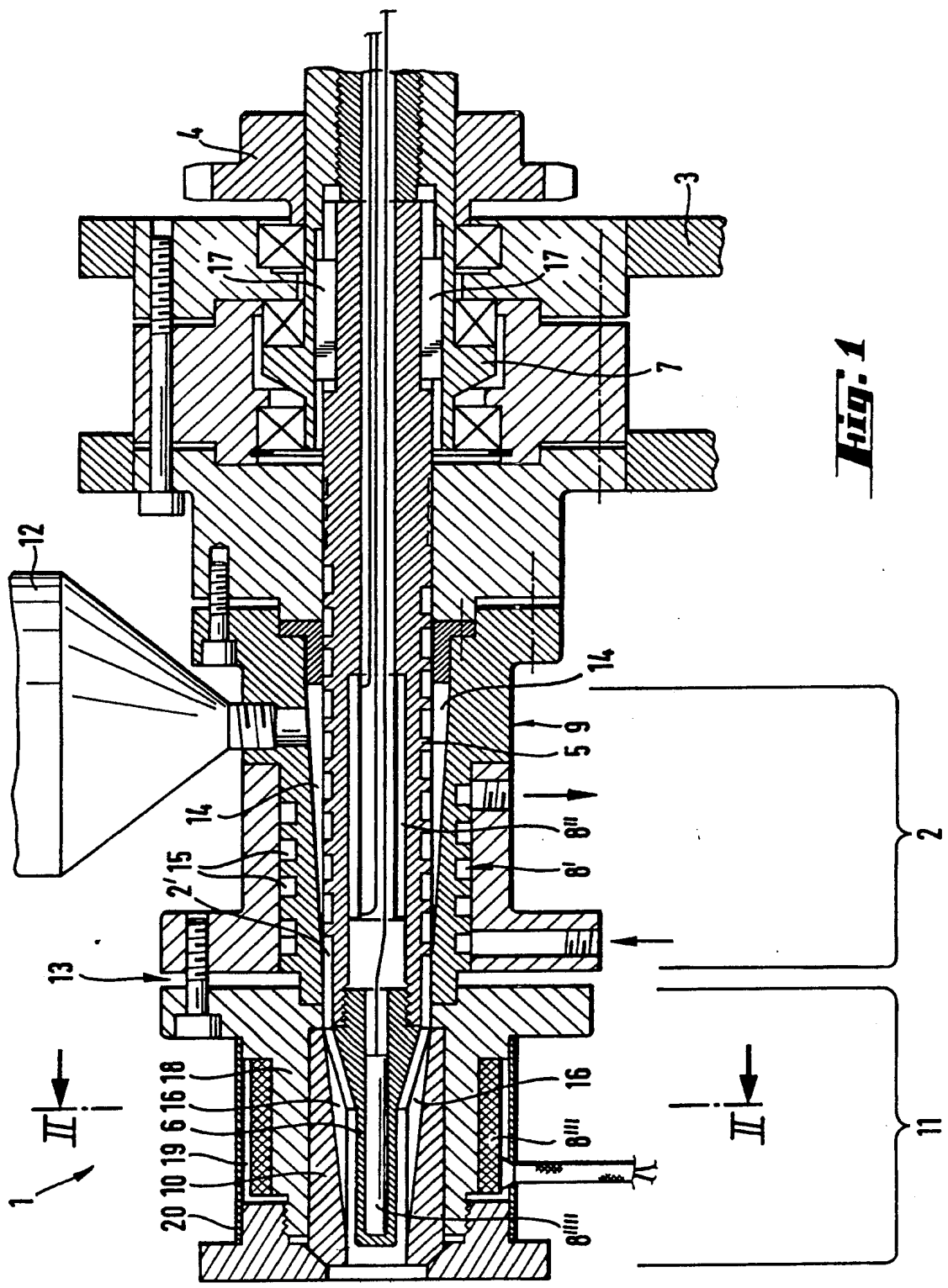
## Patentansprüche

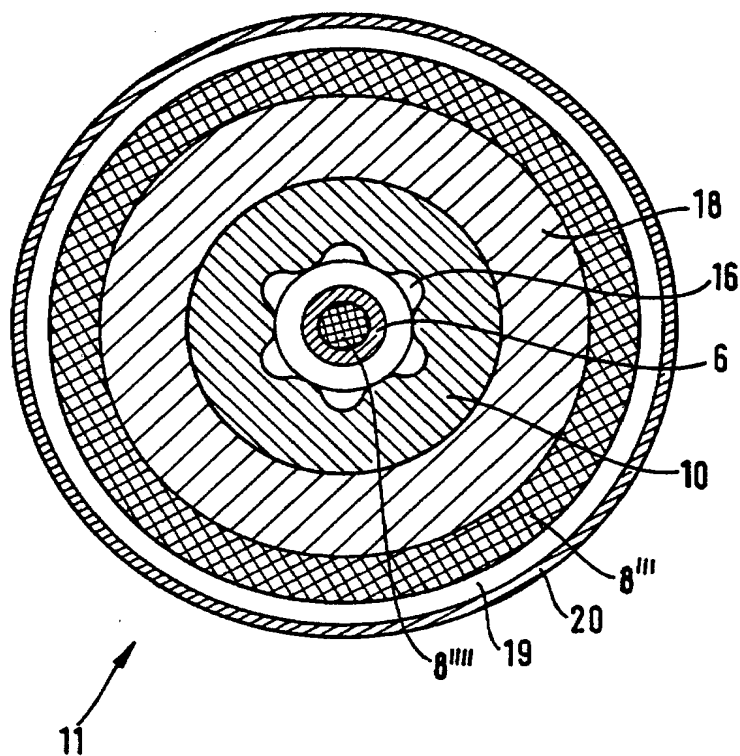
- 25 1. Verfahren zum Herstellen von Formkörpern durch Strangpressen von mehr als 50 Volumen-% Füllstoffe enthaltenden Kunststoff-Füllstoff-Mischungen
- dadurch gekennzeichnet, daß
- 30 in einem ersten Verfahrensschritt in einem Mischer aus einem Kunststoff und einem eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweisenden Füller eine Mischung hergestellt wird, in der der Füllstoff gleichmäßig verteilt und der Kunststoff geschmolzen vorliegt,
- in einem zweiten Verfahrensschritt die Mischung aus dem Mischer ausgetragen und erhärten gelassen wird,
- in einem dritten Verfahrensschritt die erhärtete Mischung gebrochen und gemahlen wird
- 35 und in einem vierten Verfahrensschritt die gemahlene Mischung oder von dieser abgetrennte und homogenisierte Fraktionen mittels eines Extruders mit förderwirksamer Einzugzone (Nutenextruder) zu Formkörpern extrudiert wird.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im vierten Verfahrensschritt ein Extruder mit förderwirksamer Einzugzone verwendet wird, dessen von der kunststoffhaltigen Masse berührten Teile,
- 40 nämlich ein Massezuführungs- und Einfüllorgan, eine sich an das Massezuführungs- und Einfüllorgan anschließende, mantelinnenseitig mit Längsnuten versehene, eine Förderschnecke enthaltende, temperierbare zylindrische Einzugzone und eine sich an diese zylindrische Zone anschließende, an ihrem Ende mit einem Düsenformwerkzeug versehene, temperierbare Ausstoßzone sind,
- 45 wobei zwischen der die Förderschnecke enthaltenden zylindrischen Einzugzone und der das Formgebungswerkzeug enthaltenden Ausstoßzone eine Wärmetrennung verwirklicht ist.
3. Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Extrudieren bestimmte Mischung bereits in der mantelinnenseitig mit Nuten versehenen, eine Förderschnecke enthaltenden zylindrischen Zone auf Temperaturen oberhalb der Schmelztemperatur oder des Schmelztemperaturbereichs
- 50 des Kunststoffes erhitzt wird.
4. Verfahren nach Patentanspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für den ersten Verfahrensschritt ein heizbarer Mischer verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erhärtete Mischung im dritten Verfahrensschritt zu Korngrößen von kleiner gleich 1 mm aufgemahlen wird.
- 55 6. Verfahren nach Patentanspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß für das Extrudieren eine gemahlene und klassierte Mischung der Kornfraktion größer 0,1 und kleiner 0,315 mm verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Extrudieren bestimmten Mischung nach dem dritten und vor dem vierten Verfahrensschritt arteigener Kunststoff in einer Menge von bis zu acht Gewichtsprozent in Pulverform zugemischt wird.
- 60 8. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kunststoff-Füller-Mischung verwendet wird, deren Anteil an Füllstoff zwischen 65 und 90 Volumenprozent, bezogen auf die Mischung gleich 100 Volumenprozent, beträgt.
9. Verfahren nach einem der vorgenannten Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Füllstoffe sowohl faserige als auch körnige Füllstoffe verwendet werden.
- 65 10. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die größte Abmessung der in Verfahrensschritt 1 verwendeten Füllstoffteilchen 1 mm nicht übersteigt.
11. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Füller aus der Gruppe Kohlenstoff und Graphit, Siliciumcarbid, Bornitrid, Titanoxide des Typs  $TiO_n$  mit  $n < 0,5$ , Metall

- oder ein Gemisch von mindestens zwei der in diesem Anspruch vorgenannten Stoffe verwendet wird.
12. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Füller Graphit verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der im ersten Verfahrensschritt verwendete Kunststoff ein Kunststoff aus der Gruppe thermoplastisch verarbeitbare Fluor-haltige Polymere, Polyolefine, Cycloolefin-Copolymere, thermoplastisch verarbeitbare Polyurethane, Silicone, Novolake, Polyarylsulfide, Polyaryletherketone, vernetzende Thermoplasten oder eine Mischung aus mindestens zwei der in diesem Anspruch vorgenannten Kunststoffe ist, und daß der betreffende Kunststoff oder die betreffende Kunststoffmischung eine Dauertemperaturbeständigkeit von mindestens 80°C aufweist.
14. Verfahren nach Patentanspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der im ersten Verfahrensschritt verwendete Kunststoff Polyvinylidenfluorid oder ein Cycloolefincopolymeres ist.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß den zu mischenden Komponenten im ersten Verfahrensschritt mindestens eine Substanz aus der Gruppe Stabilisatoren, Benetzungshilfsmittel, Formgebungshilfsmittel zugesetzt wird.
16. Verfahren zum Herstellen von Platten gemäß einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im vierten Verfahrensschritt zum Extrudieren ein Mundstück verwendet wird, das einen aus einer in sich geschlossenen, gekrümmten Linie bestehenden Querschnitt hat und in dessen Inneren ein Dorn angeordnet ist, daß der Mantel des beim Extrudieren erhaltenen Hohlprofils auf mindestens einer Seite entlang seiner gesamten Länge durchtrennt, das aufgeschnittene Hohlprofil in die Ebene zu einem Band gebogen und das Band zu Platten geschnitten wird.
17. Verfahren gemäß Patentanspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel des Hohlprofils während des Austretens des Hohlprofils aus dem Mundstück mittels einer direkt nach dem Mundstück angeordneten Schneidvorrichtung durchtrennt wird.
18. Verfahren gemäß Patentanspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten auf einer ihrer Flachseiten mit einem Profil versehen werden.
19. Verfahren gemäß Patentanspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten auf beiden Flachseiten mit einem Profil versehen werden.
20. Verfahren nach einem der Patentansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil mittels Prägestempeln in die Platten eingebracht wird.
21. Verfahren nach einem der Patentansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil mittels Prägewalzen erzeugt wird.
22. Verfahren nach einem der Patentansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Oberflächen der Platten mit einer Beschichtung versehen wird.
23. Verfahren nach einem der Patentansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichten mittels des Prägewerkzeugs vorgenommen wird.
24. Verfahren nach einem der Patentansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine katalytisch wirksame Schicht aufgebracht wird.
25. Verwendung einer nach einem der Patentansprüche 16 bis 24 hergestellten Platte für elektrische oder elektrochemische Zwecke.
26. Verwendung der Platte gemäß Patentanspruch 25 als Elektrode.
27. Verwendung einer nach einem der Patentansprüche 16 bis 23 hergestellten Platte für Wärmeaustauscher.
28. Extruder mit förderwirksamer Einzugszone zum Durchführen eines Verfahrens gemäß Patentanspruch 2, mit einem Maschinengestell, einer Antriebsvorrichtung für die Förderwelle des Extruders, Temperiereinrichtungen für die vom zu extrudierenden Produkt berührten Teile sowie Meß- und Regeleinrichtungen, gekennzeichnet durch
- ein Einfüllorgan
  - eine erste, sich an das Einfüllorgan anschließende, mantelinnenseitig mit Längsnuten versehene Zone, in der eine Förderschnecke für die zu extrudierende Masse drehbar angeordnet ist und die gegenüber anderen teilen des Extruders separat temperierbar ist und
  - eine zweite, sich direkt an die mit Längsnuten versehene Zone anschließende, gegenüber der vorhergehenden Zone unabhängig temperierbare, an ihrem Ende ein Formgebungswerkzeug tragende, zum Ausstoßen der Masse bestimmte Zone, wobei zwischen der ersten und der zweiten Zone eine Wärmetrennung verwirklicht ist.
29. Extruder gemäß Patentanspruch 28, gekennzeichnet durch einen mindestens im Innenraum des Formgebungswerkzeugs drehbar angeordneten Dorn.
30. Extruder gemäß einem der Patentansprüche 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Formgebungswerkzeug in seinem Innenmantel Nuten aufweist, die sich in Extrusionsrichtung erstrecken.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -





***Fig. 2***